

IFREMER, Direction des Opérations
Laboratoire Environnement Ressources Finistère-Bretagne Nord
Station de Dinard
Centre de Recherche et d'Etudes des Systèmes COTiers (CRESCO)

Thibaut Nebout
Nicolas Desroy
Patrick Le Mao

RST.DOP-LER/FBN-11-011-DN

Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) : Année 2011

> District Artois-Picardie

Septembre 2012



**MUSÉUM NATIONAL
D'HISTOIRE NATURELLE**



Coordination

Ifremer



Fiche documentaire

Numéro d'identification du rapport : Diffusion : libre : <input checked="" type="checkbox"/> restreinte : <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/> Validé par : Adresse électronique :	date de publication : Août 2012 nombre de pages : pp. + annexes bibliographie : oui illustration(s) : oui langue du rapport : français
Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) : Année 2011 – District Artois-Picardie	
Contrat n° Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/> Rapport définitif <input checked="" type="checkbox"/>	
Auteur(s) principal(aux) : Nebout Thibaut Desroy Nicolas Le Mao Patrick	PDG / DOP / LER / FBN-Dinard
Cadre de la recherche : Soutien à la Directive Cadre Eau	
Destinataires : Agence de l'eau Artois-Picardie, DIREN Nord-Pas de Calais et Picardie, Rebert	
Résumé Ce rapport présente les résultats des opérations menées en 2011 (contrôle de surveillance du compartiment benthique : macroinvertébrés benthiques et macroalgues), sur l'ensemble des masses d'eau côtières et de transitions rattachées au district Artois-Picardie.	
Abstract This report deals with results of monitoring carried out in 2011 (monitoring control for benthic compartment: benthic invertebrates and macroalgae) for the area concerned by the Artois-Picardie water district.	
Mots-clés Directive Cadre Eau, Benthos, Réseau de surveillance, Manche	
Words keys European Water Framework Directive, Benthos, Monitoring Network, English Channel	

Sommaire

A- Rappel du contexte et des obligations imposées par la Directive Européenne Cadre sur l'Eau.....1

1- Rappel des attendus relatifs aux éléments de qualité biologique du benthos marin pour la DCE (Guillaumont *et al.*, 2005).....1

2- Rappel des caractéristiques des masses d'eaux du District côtier Artois-Picardie.....2

B- Suivi stationnel des invertébrés benthiques en eaux de transition.....4

1- Suivi stationnel des invertébrés benthiques sur les sites d'appui.....4

1.1-Objectifs de l'étude

a- Stratégie générale

α- Prélèvements et analyses biologiques

β- Prélèvements et analyses sédimentaires

** Granulométrie*

** Matière organique*

b- Descripteurs biologiques

α- Richesse spécifique

β- Diversité spécifique

1.2- Résultats

b- Caractéristiques biologiques générales de la station échantillonnée

α- Richesse spécifique et diversité de Shannon

β- Abondances

γ- Groupes écologiques

δ- Classification ascendante hiérarchique des assemblages étudiés

1.4- Conclusion

2- Suivi stationnel des invertébrés benthiques en eaux de transition – contrôle de surveillance.....10

2.1- Introduction

2.2- Stratégie générale

2.3- Résultats

b- Caractéristiques biologiques générales de la station échantillonnée

α- Richesse spécifique et diversité de Shannon

β- Abondances

γ - Classification ascendante hiérarchique des assemblages étudiés

δ -Comparaison avec les données de 2008

2.4- Conclusion

3- Suivi stationnel des macroalgues intertidales de substrats durs.....17

3.1- Rappel des obligations/recommandations de la DCE pour la végétation benthique (Guillaumont *et al.*, 2005)

3.2- Stratégie d'échantillonnage

3.3- Résultats

Références citées

Annexe 1 : Exemple de fiches de métadonnées

Annexe 2 : Coordonnées des stations échantillonnées

Annexe 3 : Données brutes (abondances exprimées par 0,1m²)

A- Rappel du contexte et des obligations imposées par la Directive Européenne Cadre sur l'Eau

1- Rappel des attendus relatifs aux éléments de qualité biologique du benthos marin pour la DCE (Guillaumont *et al.*, 2005)

L'application de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) nécessite la mise en place de contrôles pour évaluer l'état écologique des Masses d'Eau côtières et de transitions avec comme objectif l'atteinte du bon état en 2015. L'ensemble des eaux côtières, dont la limite extérieure s'établit à 1 mille de la ligne de base, et des eaux de transitions, correspondant aux eaux de surface situées près des embouchures de rivières/fleuves et partiellement salines mais influencées par les eaux douces, a fait l'objet d'un découpage en Masses d'Eau. Ces Masses d'Eau ont été définies en fonction de leurs caractéristiques physiques ainsi que des pressions qui s'y exercent.

Sur ces Masses d'Eau, différents types de contrôle peuvent être exercés :

- le **contrôle de surveillance**, appliqué sur une sélection de Masses d'Eau considérées comme représentatives en se référant à la typologie préétablie. Les objectifs de cette surveillance sont de « (...) *concevoir de manière efficace et valable les futurs programmes de surveillance, évaluer les changements à long terme des conditions naturelles, évaluer les changements à long terme résultant d'une importante activité anthropique.* » (Annexe V – art. 1.3.1) ;
- le **contrôle opérationnel**, appliqué sur les Masses d'Eau présentant un Risque de Non Atteinte du Bon Etat Ecologique (RNBAE) d'ici 2015, afin d'en établir l'état et d'en évaluer les changements dus aux programmes de mesure mis en place ;
- le **contrôle additionnel**, requis pour les zones protégées (notamment les zones de protection d'habitat et/ou d'espèces résultant des directives européennes "Oiseaux" et "Habitats", risquant de ne pas répondre à leurs objectifs environnementaux) ;
- le **contrôle d'enquête**, appliqué aux Masses d'Eau présentant un RNABE pour des raisons inconnues, ainsi qu'aux zones touchées par des pollutions accidentelles, pour lesquelles le benthos est un indicateur privilégié de l'ampleur et de l'incidence des contaminations.

L'article 1.1.4 de l'annexe V de la DCE, précise les paramètres biologiques qui participent à l'évaluation de l'état écologique des Masses d'Eau côtières. Ces derniers se

réfèrent à la composition, abondance et biomasse du phytoplancton, à la composition et abondance de la flore aquatique (autre que le phytoplancton) et à la composition et abondance de la faune benthique invertébrée.

Dans le cadre du contrôle de surveillance du compartiment benthique, la végétation benthique (macroalgues et angiospermes), ainsi que les macroinvertébrés benthiques, doivent obligatoirement être pris en considération.

Pour les contrôles opérationnels on retiendra les éléments les plus sensibles "(...) afin d'évaluer l'ampleur des pressions auxquelles les masses d'eau de surface sont soumises, les États membres contrôlent les éléments de qualité qui permettent de déterminer les pressions auxquelles la ou les masses sont soumises. Afin d'évaluer l'incidence de ces pressions, les États membres contrôlent (...) les paramètres permettant de déterminer l'élément de qualité biologique ou les éléments qui sont les plus sensibles aux pressions auxquelles les masses d'eau sont soumises (...)".

A partir du texte de la DCE, des travaux de réflexion ont été conduits au niveau européen (travaux du groupe COAST, aboutissant notamment à des recommandations générales consignées dans le rapport *Guidance on monitoring* destiné à guider les stratégies à mettre en œuvre dans chaque pays, travaux des groupes informels d'intercalibration NEA GIG), chaque pays restant libre de définir la stratégie de surveillance la plus adaptée, avec toutefois un impératif d'intercalibration sur le classement relatif à l'état écologique des Masses d'Eau défini selon 5 niveaux (très bon, bon, moyen, médiocre, mauvais - Art. 1.2. de l'annexe V de la DCE).

2- Rappel des caractéristiques des masses d'eaux du District côtier Artois-Picardie

Le district côtier Artois-Picardie est composé de cinq masses d'eaux côtières et de quatre masses d'eaux de transition (Figure 1). Au total, quatre masses d'eaux côtières ont été retenues pour le contrôle de surveillance ainsi que deux masses d'eau de transition [voir Guérin, Le Mao & Desroy, 2007 pour la présentation des caractéristiques (générales et biologiques) des masses d'eau].

<p>Ce rapport reprend les résultats obtenus par (1) F. Gevaert (Station Marine de Wimereux) pour l'étude des macroalgues en eaux côtières et (2) J.M. Dewarumez (Station Marine de Wimereux) et J.D. Talleux (Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux - Picardie) pour l'étude de la macrofaune benthique en eaux de transition.</p>
--

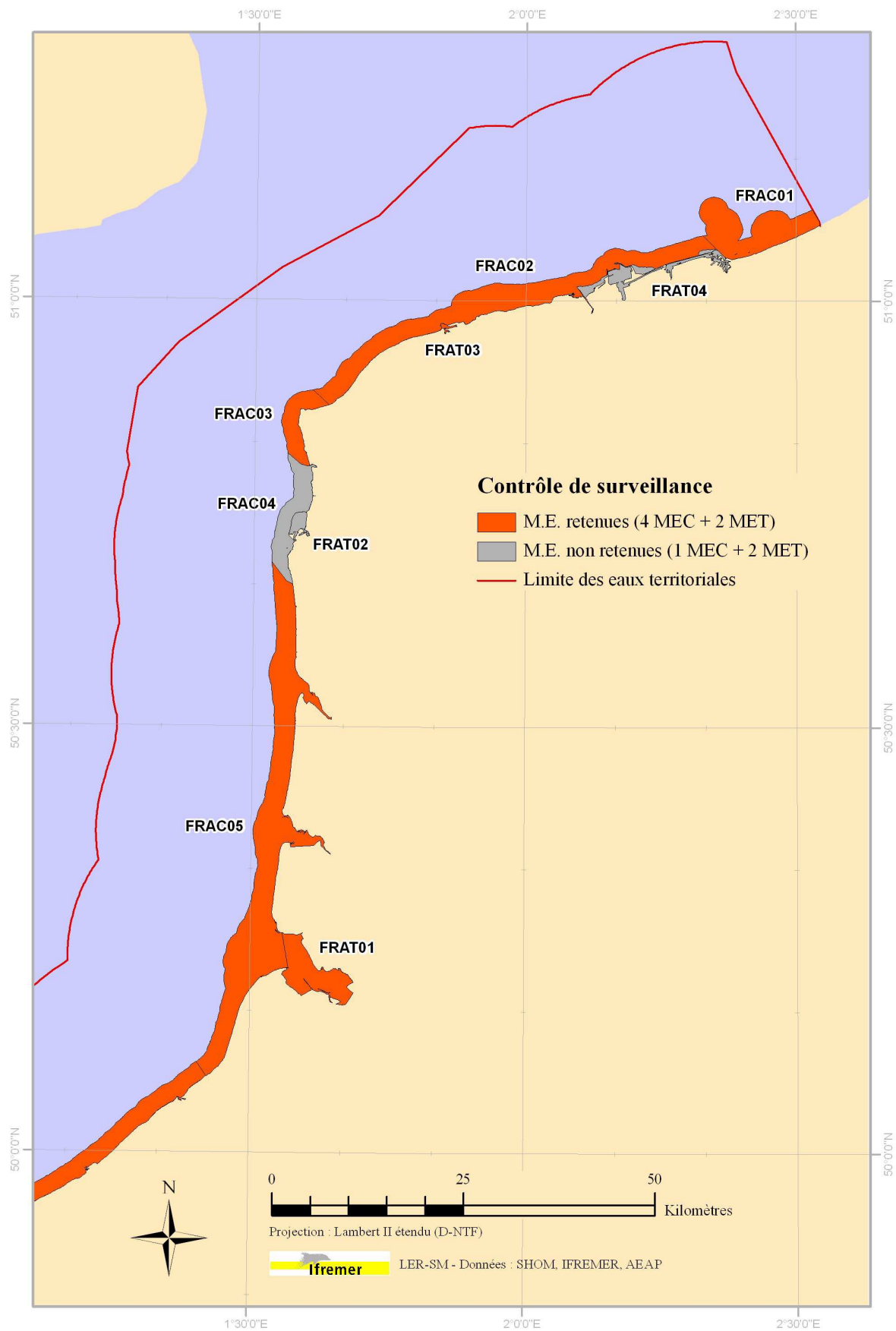


Figure 1 : Masses d'eau retenues pour le contrôle de surveillance.

B- Suivi stationnel des invertébrés benthiques en eaux de transition

1- Suivi stationnel des invertébrés benthiques sur les sites d'appui

1.1-Objectifs de l'étude

L'étude porte sur le suivi des peuplements d'invertébrés benthiques des masses d'eaux côtières du district Artois Picardie et l'évaluation de leur qualité biologique. Les macroinvertébrés benthiques constituent en effet d'excellents intégrateur et indicateur de l'état général du milieu et peuvent permettre notamment, grâce à certains organismes sensibles, d'identifier et de quantifier les pressions d'origine anthropique qui s'exercent sur ces masses d'eau. Les paramètres de l'élément de qualité "invertébrés benthiques" permettant de définir l'état écologique sont :

- le niveau de diversité et d'abondance des taxa (...);
- tous les taxa sensibles aux perturbations (...).

Afin de compléter le contrôle de surveillance des peuplements d'invertébrés benthiques en eaux côtières ayant lieu une fois tous les trois ans, un réseau de stations appelées "sites d'appui" a été mis en place avec une fréquence d'échantillonnage annuelle. Ces prélèvements intermédiaires sur un nombre limité de stations distribuées le long des côtes de la Manche et de l'Atlantique ont pour but de fournir une information quant à la variabilité des peuplements benthiques et l'échelle géographique de cette variabilité. A cette échelle d'espace, il sera possible de savoir si une divergence observée par rapport à un état initial est de causalité naturelle ou non. La façade compte depuis 2007 un site d'appui en domaine subtidal (SSMF17). En 2011, face au projet d'extension du port de Calais à proximité de cette station, il a été décidé de doubler celle-ci par une station SSMF17 bis, et ce jusqu'à la fin des travaux d'aménagement.

a- Stratégie générale

Cette façade compte temporairement deux sites d'appui : les deux stations subtidales SSMF17 et SSMF17 bis. Celles-ci ont été prises en charge par le laboratoire d'océanologie et de géosciences (Tableau 1). Les coordonnées des stations sont présentées en annexe 1.

Tableau 1 : Caractéristiques de l'échantillonnage des stations SSMF17 et SSMF17bis

Partenaires	Stations	Date d'échantillonnage	Engin	Nombre de répliqués
Station Marine de Wimereux (LOG)	SSMF17 SSMF17 bis	28 juin 2011	Benne Van Veen (0.1m ²)	5

α- Prélèvements et analyses biologiques

Les prélèvements ont été effectués par la Station Marine de Wimereux le 28 juin 2011. Ils ont été réalisés à l'aide d'une benne Van Veen (surface unitaire de 0,1 m² / six

prélèvements dont cinq dédiés à l'étude de la faune et un à celle du sédiment). Les protocoles employés pour l'échantillonnage et les analyses respectent le cahier des charges techniques édité par l'IFREMER et en particulier la fiche n°10 des « Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE » (Guillaumont & Gauthier, 2005).

Les prélèvements destinés à l'analyse de la faune ont été tamisés sur une maille ronde de 1 mm, puis les refus fixés et conservés dans une solution de formaldéhyde (4%). Les organismes ont ensuite été déterminés et dénombrés spécifiquement. Les noms d'espèces déterminées ont été actualisés selon le référentiel officiel international : European Register Marine Species (ERMS).

β- Prélèvements et analyses sédimentaires

** Granulométrie*

La fraction fine (<63 μm) des prélèvements de sédiments a été séparée après rinçage à l'eau douce. Les deux fractions ainsi séparées ont ensuite été séchées à l'étuve. La fraction fine a été pesée et la fraction grossière des échantillons de sédiment, tamisée sur une colonne vibrante constituée de 26 tamis (selon la norme AFNOR). Les refus de tamis ont ensuite été pesés.

** Matière organique*

La teneur en matière organique des sédiments a été déterminée par la méthode de perte au feu (1heure à 550°C) sur la fraction fine (< 63 μm) issue de la granulométrie. La différence de poids exprimé en pourcentage, indique la teneur en matière organique de l'échantillon.

b- Descripteurs biologiques

α- Richesse spécifique

La richesse spécifique (RS) se définit classiquement comme le nombre d'espèces recensées à une échelle d'espace déterminée.

β- Diversité spécifique

La diversité (H), intégrant d'une part la richesse spécifique et d'autre part l'abondance relative des espèces, reflète l'équilibre dynamique de la biocénose et permet d'estimer le degré d'évolution entre les stades pionnier et mature d'un peuplement. L'indice le plus couramment utilisé en écologie est celui de Shannon (1948) ; ce dernier explique la diversité d'une communauté en fonction du nombre d'espèces récoltées et du nombre d'individus de chaque espèce (Frontier et Pichot-Viale, 1991) :

$$H = - \sum_{i=1}^n (p_i \log_2 p_i)$$

n : nombre d'espèces

p_i : fréquence relative de l'espèce i dans le prélèvement

$$R = \frac{H}{H_{\max}}, \text{ avec } H_{\max} = \log_2 n$$

1.2- Résultats

Seuls les résultats synthétiques sont présentés dans cette rubrique. Les données brutes figurent en annexes.

a- Granulométrie des sédiments

Le tableau 2 présente la granulométrie des sédiments échantillonnés aux deux stations. La station SSMF17 était caractérisée en 2007 par des sédiments de sables fins. Depuis 2008, on observe une tendance à l'envasement avec des sédiments de sables fins envasés.

Tableau 2 : Granulométrie des sédiments associés aux stations SSMF17 et SSMF17 bis (exprimées en %). Les cases surlignées en gras isolent les classes granulométriques dominantes

Fraction (%PS)	SSMF17	SSMF17-Bis
Graviers	0.15	0.48
Sables très grossiers	0.13	0.20
Sables grossiers	0.18	0.36
Sables moyens	10.79	13.51
Sables fins	43.41	39.39
Sables très fins	0.13	0.83
Vase	45.20	45.21

La teneur en matière organique rencontrée aux deux stations est présentée dans le tableau 3.

Tableau 3 : Teneur en matière organique des sédiments intertidaux et subtidaux (méthode de la perte au feu, 1h à 550°C sur la fraction péloïdique).

Stations	% de MO
SSMF17	4.03
SSMF17 bis	4.69

b- Caractéristiques biologiques générales de la station échantillonnée

α - Richesse spécifique et diversité de Shannon

Les données macrozoobenthiques brutes relatives aux 2 stations échantillonnées sont présentées en annexe 2. Un total de 10 espèces a été identifié à partir des 10 réplicats échantillonnés. Les stations subtidales présentent une richesse spécifique moyenne très faible (7.5). La valeur moyenne de diversité est également faible pour des stations subtidales (0.87) (figure 2).

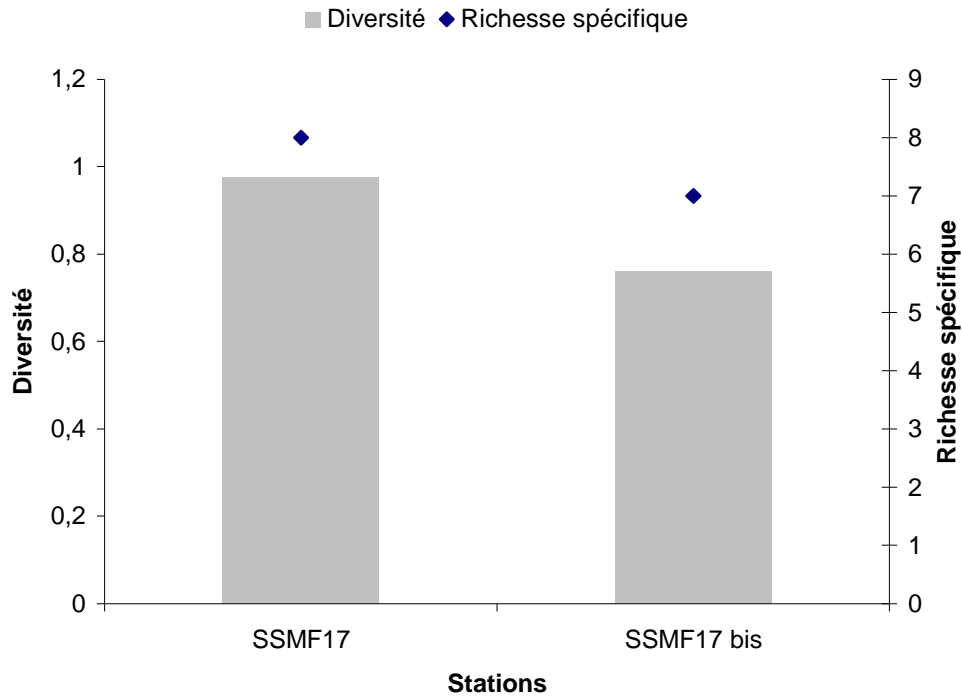


Figure 2 : Richesse spécifique et indice de diversité de Shannon des assemblages faunistiques associés aux stations étudiées

β- Abondances

Les valeurs d'abondance moyenne sont également très faibles (figure 3). Les abondances varient très peu d'une station à l'autre.

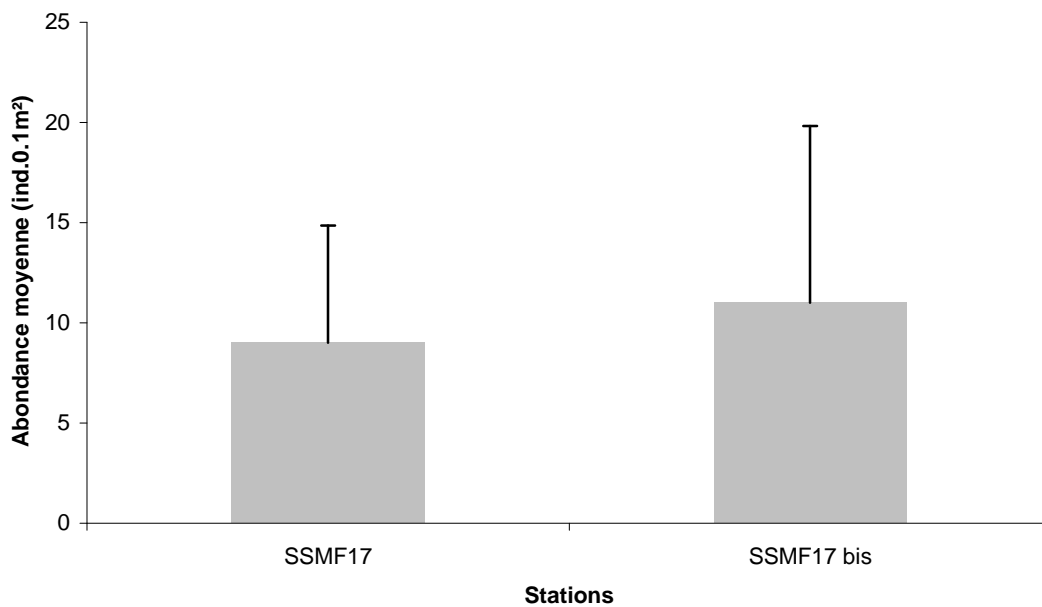


Figure 3 : Abondances moyennes (ind.0.1m² ±ET)

γ - Groupes écologiques

La figure 4 montre la répartition pour les deux stations, des espèces au sein des différents groupes écologiques. Plus de 80% des espèces de chacune des stations étudiées appartiennent au groupe écologique III.

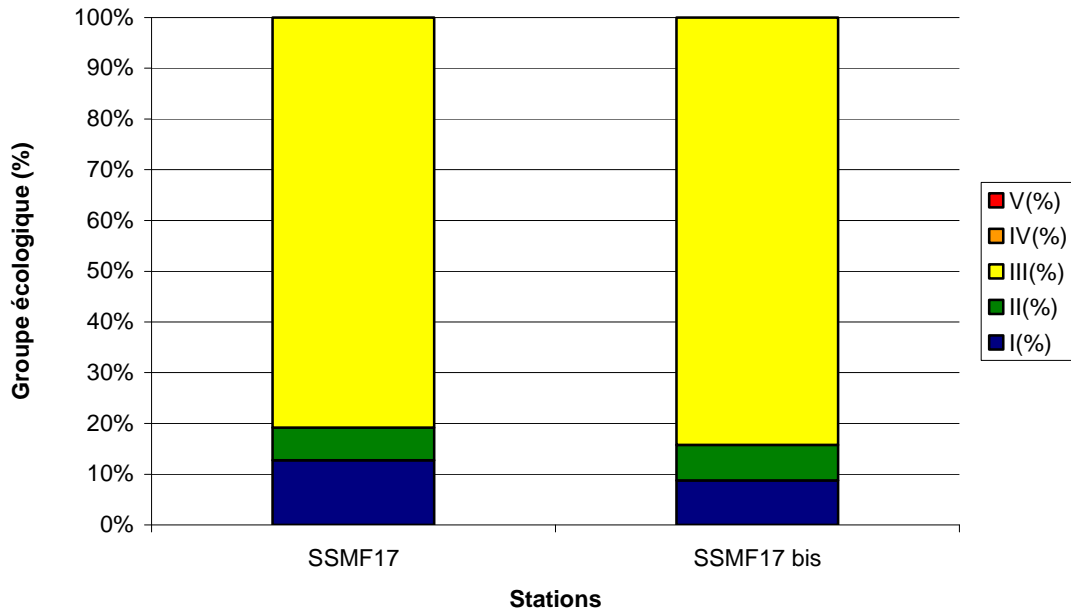


Figure 4 : Répartition des espèces entre les différents groupes écologiques

δ - Classification ascendante hiérarchique des assemblages étudiés

Les deux stations sont extrêmement proches puisqu'elles présentent plus de 70% de similarité (Figure 5).

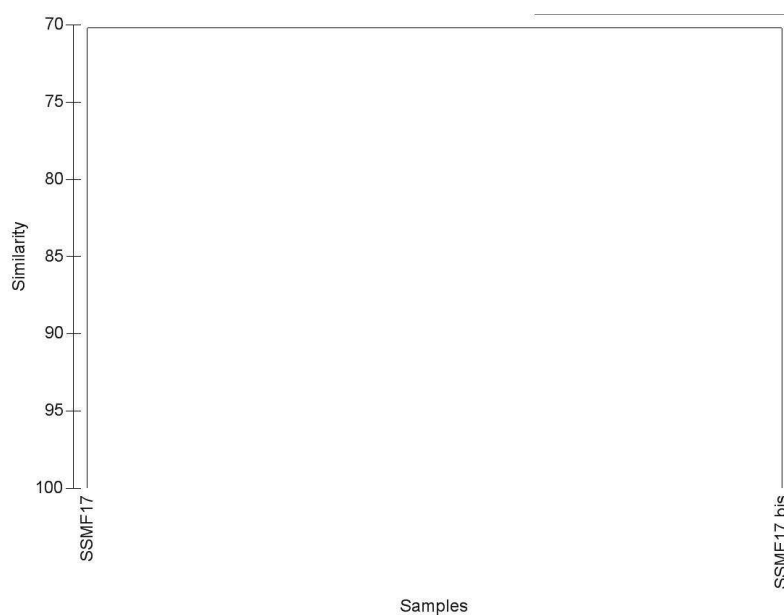
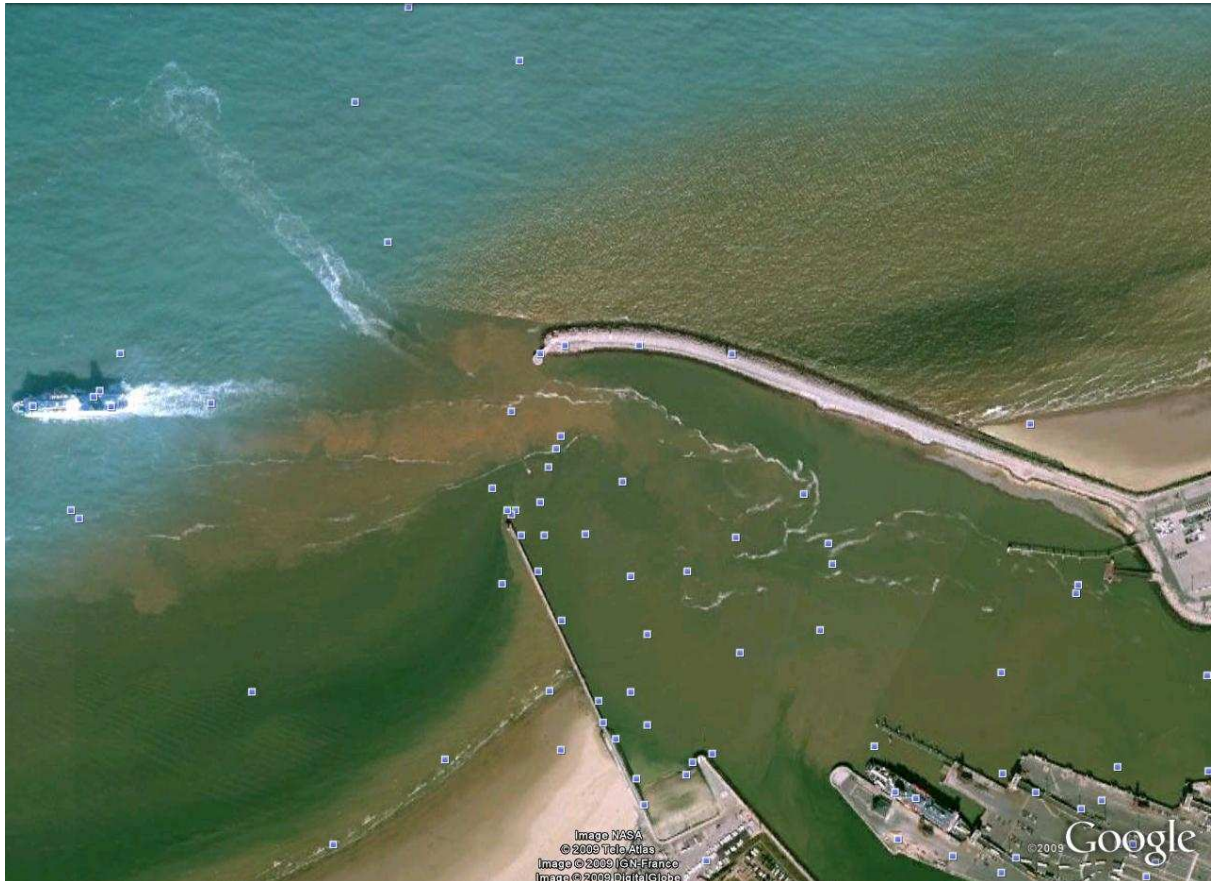


Figure 5 : Dendrogramme des matrices de similarité issues des données macrofauniques des stations SSMF17 et SSMF17 bis (échantillons poolés, transformation par la fonction racine carré, indice de similarité de Bray-Curtis)

1.4- Conclusion

L'état de la masse d'eau AT03, sensu DCE, ne peut être défini à ce jour, faute de méthode de qualification intercalibrée. D'un point de vue biologique, le peuplement rencontré se révèle pauvre. Cet état est certainement à relier à l'instabilité de la zone. On y observe à un exhaussement des fonds par ensablement et une remise en suspension des vases par le trafic de car-ferries à proximité. Une photographie aérienne confirme cette hypothèse.



2- Suivi stationnel des invertébrés benthiques en eaux de transition – contrôle de surveillance

2.1- Introduction

La directive précise que les invertébrés benthiques dans les eaux de transition doivent faire l'objet d'un suivi à chaque demi-plan de gestion, soit une fois tous les trois ans. Bien que le district Artois-Picardie comprenne quatre masses d'eau de transition, seules deux d'entre elles sont concernées par ce suivi : les MET FRAT01 (Baie de Somme) et FRAT03 (Port de Calais). Ces masses d'eau correspondent aux secteurs polyhalin et mésohalin des baies ou estuaires.

2.2- Stratégie générale

Un total de six stations en eaux de transition a été échantillonné en Artois Picardie (Tableau 4).

Tableau 4 : Répartition des stations entre les différents partenaires intervenant sur le district Artois-Picardie

Partenaires	Stations		Date d'échantillonnage	Engin	Nombre de répliqués (faune)
	Domaine intertidal	Domaine subtidal			
GEMEL Picardie	SIMF16		03/10/2011	Carottier cylindrique (0,02m ²)	13
	SIMF17		03/10/2011		
	3_25		15/09/2011		
	5_18		14/09/2011		
Station Marine de Wimereux		DCE	13/10/2011	Benne Van Veen (0,1m ²)	5
		CALPORext	13/10/2011		
		DCE CALPORint			

Les prélèvements subtidaux ont été réalisés à l'aide d'une benne Van Veen (surface unitaire de 0,1m² / six prélèvements dont cinq dédiés à l'étude de la faune et un à celle du sédiment, Tableau 6). Les prélèvements intertidaux ont été effectués à l'aide de carottiers à main de surface unitaire de 0,02m², pour une surface minimale échantillonnée supérieure à 0,25m². Dans tous les cas, un prélèvement supplémentaire a été effectué afin de déterminer la granulométrie du sédiment et d'en quantifier la teneur en matière organique. Les protocoles employés pour l'échantillonnage et les analyses respectent le cahier des charges techniques édité par l'IFREMER et en particulier la fiche n°10 des « Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE » (Guillaumont & Gauthier, 2005).

Les prélèvements ont été tamisés sur une maille de 1mm, puis les refus ont été fixés dans une solution salée formolée (eau de mer et formol à 10%), éventuellement additionnée de floxine. Les organismes ont ensuite été déterminés et dénombrés spécifiquement.

2.3- Résultats

Seuls des résultats synthétiques ont été présentés au sein de cette rubrique. Toutes les données brutes figurent en annexe.

a- Granulométrie des sédiments

Le tableau 5 présente la granulométrie des sédiments échantillonnés aux différentes stations. Celles situées au sud (baie de Somme) sont caractérisées par des sédiments homogènes dominés par des sables fins. Les stations CALPORext et CALPORint sont quant à elles, caractérisées par des sables fins envasés. Les modes granulométriques dominants sont comparables à ceux décrits en 2008, date de la première série de prélèvements à ces stations.

Tableau 5 : Granulométrie des sédiments échantillonnés (exprimée en %). Les cases surlignées en gras isolent les classes granulométriques dominantes.

Fraction (% PS)	SSMF17 (DCE CAL)	SSMF17 bis (DCE CAL bis)	DCE CAL PORT ext	DCE CAL PORT int	SIMF16	SIMF17	3_25	5_18
Graviers	0.15	0.48	0.09	1.88	0.12	0.19	0.00	1.47
Sables très grossiers	0.14	0.20	0.15	1.08	0.12	0.07	0.00	0.00
Sables grossiers	0.36	0.37	0.32	1.05	0.41	0.49	0.27	0.30
Sables moyens	25.39	13.51	8.04	14.63	2.94	11.09	2.85	4.66
Sables fins	28.71	39.39	45.49	33.78	66.20	84.28	88.04	77.91
Sables très fins	0.04	0.83	5.19	0.07	22.31	3.34	8.71	14.52
Vase	45.22	45.21	40.70	47.51	7.90	0.54	0.13	1.13

b- Caractéristiques biologiques générales de la station échantillonnée

α - Richesse spécifique et diversité de Shannon

Les données macrozoobenthiques brutes relatives aux six stations échantillonnées sont présentées en annexe. Un total de 44 espèces a été identifié à partir des 62 répliqués échantillonnés. Le nombre maximal d'espèces (23) est atteint sur les fonds des stations 5_18 et CALPORint. Les stations CALPORext et CALPORint présentent un indice de diversité supérieur à 2. La faible valeur observée (0,278) à la station 3_25 est liée à la forte domination de l'amphipode *Bathyporeia pilosa* sur le reste du peuplement (95% de l'effectif total) (Figure 6).

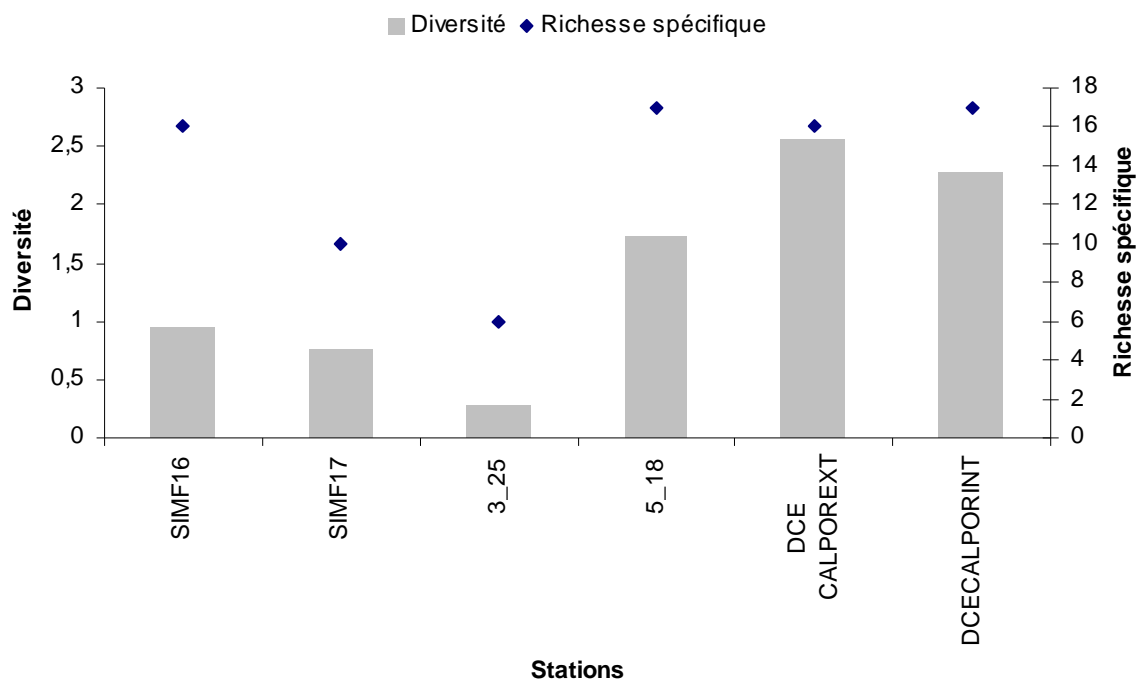


Figure 6 : Richesse spécifique (nombre d'espèces) et indice de diversité de Shannon des assemblages faunistiques associés aux stations étudiées.

β- Abondances

Les valeurs d'abondance fluctuent très fortement d'une station à l'autre (Tableau 6 et Figure 7). Elles oscillent entre 6895 ± 616 ind.0,1m² et 36 ± 10 ind.0,1m². Cette large gamme de variation n'est pas surprenante compte tenu du fait que certaines espèces sont susceptibles d'atteindre des densités importantes ; c'est le cas du mollusque gastéropode *Hydrobia ulvae* à la station SIMF16, dont l'abondance moyenne s'élève à 5250 ind.0,1 m². Les valeurs d'abondances observées en 2011 sont comparables à celles recensées en 2008.

Tableau 6 : Abondances moyennes (ind.0,1m²±ET)

Station	Ab moy (ind.0.1m ²)	ET
SIMF16	6895	616
SIMF17	290	82
3_25	120	32
5_18	232	45
DCECALPORext	36	10
DCECALPORint	71	34

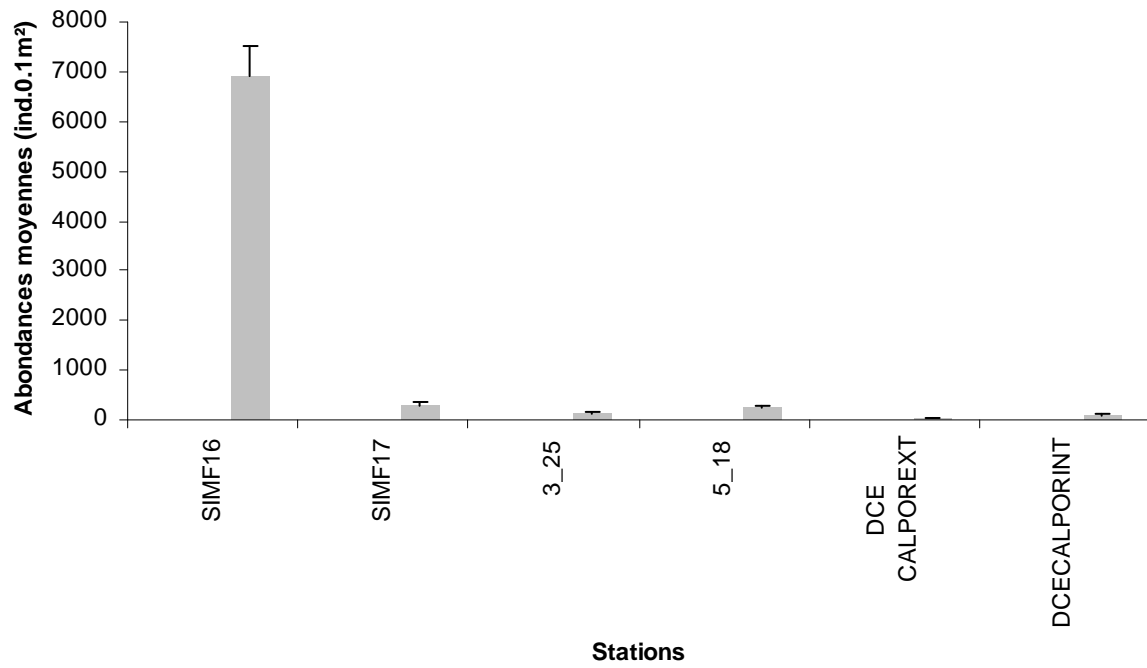


Figure 7 : Abondances moyennes et écartypes

γ - Classification ascendante hiérarchique des assemblages étudiés

A un niveau de similarité de moins de 10%, on distingue deux ensembles majeurs, correspondant aux deux masses d'eau (Figure 8).

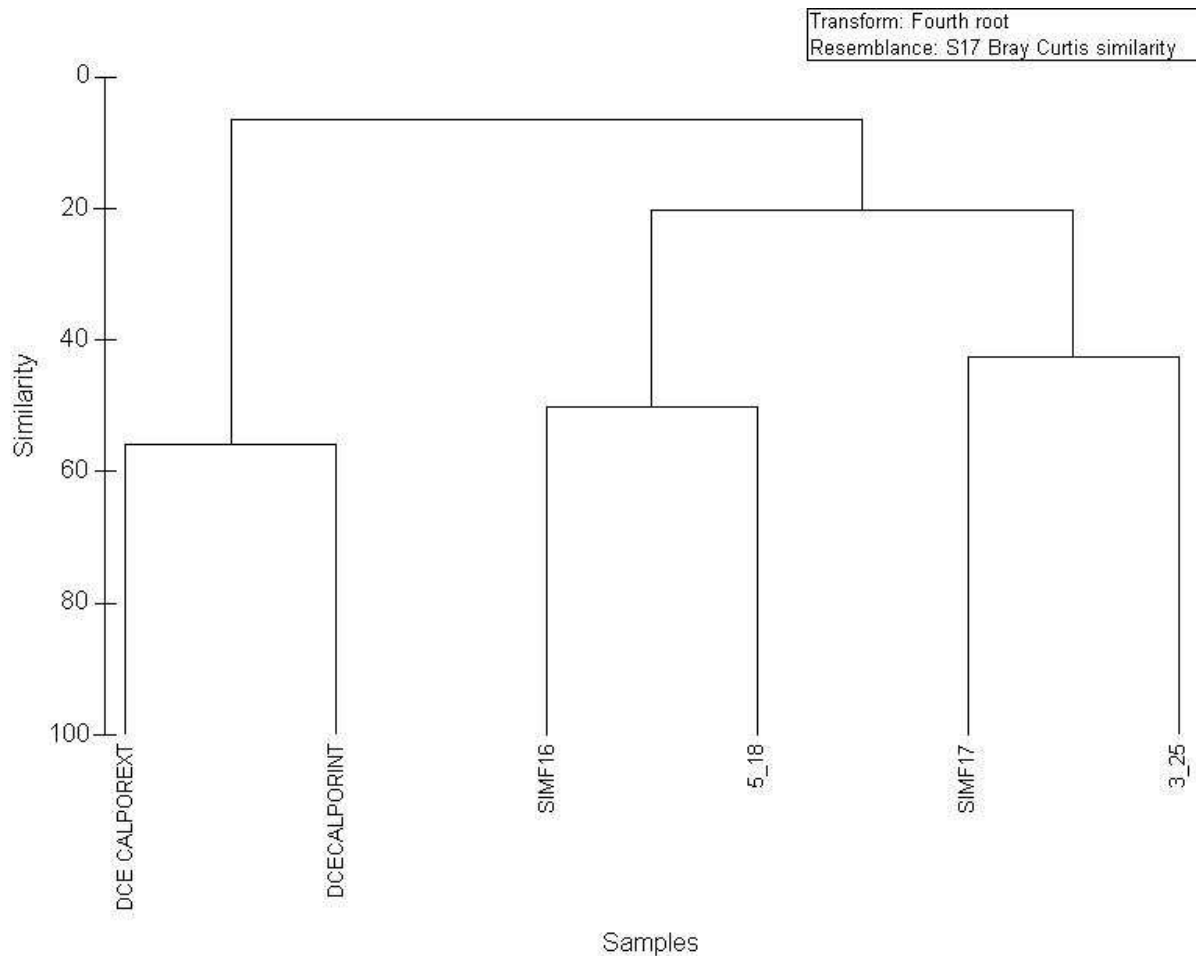


Figure 8 : Dendrogramme des matrices de similarité issues des données macrofauniques de 6 stations (échantillons poolés, transformation par la fonction racine carré, indice de similarité de Bray-Curtis)

δ -Comparaison avec les données de 2008

La campagne 2011 étant la seconde réalisée en eaux de transition, une comparaison est possible avec les valeurs observées en 2008. Les stations SIMF16 et SIMF17 sont les sites les plus stables, pour chacun des trois paramètres considérés (Tableau 7). Les quatre autres stations ont connus des variations plus ou moins importantes, mais tout à fait caractéristiques des milieux qu'elles représentent. Ces variations ne sont que l'expression des contraintes naturelles marquées localement qui peuvent favoriser l'explosion ou la régression d'espèces telle le mollusque *Hydrobia ulvae*. L'état des masses d'eau, sensu DCE, de ces sites ne peut être défini à ce jour, faute de méthode de qualification intercalibrée.

Tableau 7 : Richesse spécifique, indice de diversité et abondance moyenne des stations SIMF16 et SIMF17 en 2007 et 2008.

	SIMF16			SIMF17			3_25			5_18		
	RS	H'	N (ind./0,1m ²)	RS	H'	N (ind./0,1m ²)	RS	H'	N (ind./0,1m ²)	RS	H'	N (ind./0,1m ²)
2008	14	0,89	6023,46	11	0,45	215,8	6	0,80	673	14	1,42	6131
2011	16	0,9483	6895	10	0,7558	290	6	0,2779	120	17	1,725	232

	DCECALPORint			DCECALPORext		
	RS	H'	N (ind./0,1m ²)	RS	H'	N (ind./0,1m ²)
2008	11	1,90	108	23	0,78	13834
2011	17	2,274	71	16	2,559	36

2.4- Conclusion

Les espèces collectées au sein des stations suivies, ainsi que les paramètres d'état calculés sont classiques de la faune d'estran et des communautés intertidales respectivement. L'hétérogénéité décrite entre les stations est dans la gamme normale des valeurs observées sur l'estran. L'indicateur benthique étant en cours de développement, l'état biologique des masses d'eau échantillonnées sera évalué ultérieurement.

3- Suivi stationnel des macroalgues intertidales de substrats durs

3.1- Rappel des obligations/recommandations de la DCE pour la végétation benthique (Guillaumont *et al.*, 2005)

La surveillance des algues macroscopiques et des phanérogames est rendue obligatoire par l'article 1.1.4 de l'annexe V de la DCE, qui inscrit ce paramètre à la liste des éléments de qualité biologique permettant l'évaluation de l'état écologique des Masses d'Eau côtières. Ce suivi doit être systématiquement mis en œuvre dans le cadre du contrôle de surveillance (Annexe V – art. 1.3.1).

Pour cela, il faut suivre la composition et l'abondance de la flore aquatique (autre que le phytoplancton) (Annexe V – art. 1.1.4). Les paramètres de l'élément de qualité « végétation » permettant de définir l'état écologique sont :

- « tous les taxa d'algues macroscopiques et d'angiospermes sensibles aux perturbations et associés aux conditions non perturbées (...);
- les niveaux de couverture d'algues macroscopiques et l'abondance d'angiospermes (...). » (Annexe V – art. 1.2.4)

3.2- Stratégie d'échantillonnage

La station intertidale retenue (Tableau 8) et figurant au cahier des charges a été échantillonnée le 16 juin 2011, conformément à la période préconisée dans les protocoles. Le protocole d'échantillonnage appliqué est celui présenté dans la fiche technique de recommandation pour l'échantillonnage et l'analyse des macroalgues de substrats durs dans le cadre du contrôle de surveillance DCE, adapté aux particularités du district Artois-Picardie (inventaire exhaustif des espèces en présence car différentes des espèces caractéristiques retenues pour la Bretagne).

Tableau 8 : Caractéristiques des stations relatives à l'échantillonnage des macroalgues benthiques de substrat dur rocheux en intertidal [DMd = Degré Minutes décimales (WGS84) – lb2et = lambert 2 étendu (D-NTF)]

Point	ME	LongDMd	LatDMd	Longlb2et	Latlb2et	Localisation géographique de la masse d'eau	Localité
Sidb14	AC03	001°35,18'E	50°49,90'N	547020	2648921	Cap Gris Nez	Audresselles

Sur le site, les paramètres mesurés ont été les suivants :

- Couverture végétale globale des ceintures (pourcentages de recouvrement) ;
- Surface de couvert végétal de chaque ceinture (en m²) ;
- Observations dans les quadrats lors de basses mers de vives eaux (3 quadrats aléatoires de 33 cm x 33 cm par point, en trois points de 1,65 m x 1,65 m par ceinture, soit 9 quadrats de 0,9 m²).

Toutes les espèces présentes dans les quadrats échantillonnés sous forme encroûtante (surface minimale de l'ordre de 1 cm²) ou érigée (individus d'une taille supérieure ou égale à 5 mm) ont été inventoriées. Le pourcentage de recouvrement estimé sur le terrain correspond,

pour une espèce donnée, au rapport entre la surface totale du substrat recouverte après projection verticale de la canopée de tous les individus de cette espèce et la surface totale de chaque quadrat, l'estimation prenant en compte exclusivement les thalles dont le système de fixation se situe dans le quadrat. Lorsque certaines ceintures sont très fournies, notamment avec des individus de grande taille, cette opération nécessite de soulever les thalles les plus longs à la verticale au-dessus du substrat (à la fois pour estimer la surface recouverte et pour faire apparaître les espèces les plus petites).

Une estimation du pourcentage de la roche nue, couverte de sable ou de lichens ainsi que des organismes animaux sessiles (Balanes, Anémones, Moules, Patelles) est également appréciée pour chaque quadrat. Compte tenu de l'imbrication des espèces et des strates, le cumul des pourcentages de recouvrement de l'ensemble peut donner, a priori, des valeurs supérieures à 100%.

Les observations ont été réalisées par le concours de plusieurs personnes au cours de deux basses mers successives (matin et soir) de grandes vives eaux ; l'ensemble du suivi a ainsi pu être réalisé au cours d'une seule et même journée (Tableau 9).

A l'issue des missions de terrain, les espèces non identifiées sur le terrain et prélevées sont déterminées au laboratoire. Les données brutes sont saisies, analysées, mises en forme et archivées sous forme numérique.

Les coordonnées géographiques des stations données à titre indicatif dans le cahier des charges et précisées ici pour répondre aux exigences relatives à la DCE (notamment en termes de représentativité de la masse d'eau, de la différenciation des ceintures et de leur taux de recouvrement ainsi que de leur homogénéité) sont les mêmes que celles sélectionnées en 2008.

Tableau 9 : Caractéristiques marégraphiques (Boulogne-sur-mer, UT+2) des périodes concernées par les observations de terrain en intertidal.

Juin 2011						
Date	Matin			Après-midi		
	Coef	Pleine mer	Basse mer	Coef	Pleine mer	Basse mer
Jeudi 16	90	0h40	8h06	91	13h10	20h28

3.3- Résultats

Le site d'Audresselles est dépourvu de la ceinture à *Pelvetia canaliculata* (ne figurant donc pas dans les ceintures retenues) ainsi que de celle à *Himanthalia elongata* (He) / *Bifurcaria bifurcata* (Bb). Néanmoins, cette dernière est remplacée par une ceinture majoritairement représentée par des Rhodophyceae.

a- Couverture végétale globale des ceintures (pourcentages de recouvrement, à quelques % près)

<i>Pelvetia canaliculata</i> (Pc)	: /
<i>Fucus spiralis</i> (Fspi)	: 55 %
<i>Ascophyllum nodosum</i> (An) / <i>Fucus vesiculosus</i> (Fves)	: 10 %
<i>Fucus serratus</i> (Fser) / Rhodophyceae	: 80%
<i>Himanthalia elongata</i> (He) / <i>Bifurcaria bifurcata</i> (Bb) / Rhodophyceae	: 80 %
<i>Laminaria digitata</i> / Laminariales (Ld)	: 80 %

b- Surface de chaque niveau* (en m²)

<i>Pelvetia canaliculata</i> (Pc)	: /
<i>Fucus spiralis</i> (Fspi)	: 1400 m ²
<i>Ascophyllum nodosum</i> (An) / <i>Fucus vesiculosus</i> (Fves)	: 150 m ²
<i>Fucus serratus</i> (Fser) / Rhodophyceae	: 310 m ²
<i>Himanthalia elongata</i> (He) / <i>Bifurcaria bifurcata</i> (Bb) / Rhodophyceae	: 270 m ²
<i>Laminaria digitata</i> (Ld)	: 350 m ²

c- Observations dans les quadrats (Tableaux 10 à 14)

Recouvrement dans chaque quadrat de chacune des espèces caractéristiques et opportunistes.

Pourcentages de recouvrement à noter par ceinture et par quadrat :

0 - 5 %, > 5 -25 %, > 25% - 50%, >50 % - 75 %, > 75 % - 100 %

Rappel : trois quadrats de 33 cm X 33 cm par point, pris au hasard à chaque sortie, en trois points fixes de 1.65 m X 1.65 m par ceinture, soit 9 quadrats par ceinture.

* : par surface du niveau, comprendre l'ensemble de la surface rocheuse potentiellement couverte par l'espèce (ou les espèces) dominante(s), hors zones sableuses et mares. Ceci inclus donc les parties végétalisées et non végétalisées.

Tableau 10 : recouvrement des espèces caractéristiques et opportunistes dans la ceinture à *Fucus spiralis*

Espèces caractéristiques	Fspi1, 1	Fspi1, 2	Fspi1, 3	Fspi2, 1	Fspi2, 2	Fspi2, 3	Fspi3, 1	Fspi3, 2	Fspi3, 3
<i>Blidingia minima</i>									0-5
<i>Fucus serratus</i>	25-50								
<i>Fucus spiralis</i>		5-25	5-25			5-25	5-25	5-25	5-25
<i>Fucus vesiculosus</i>	25-50		5-25			0-5	5-25		0-5
<i>Hildenbrandia rubra</i>							25-50	5-25	5-25
<i>Porphyra linearis</i>			5-25	0-5		5-25	0-5		0-5
Espèces opportunistes									
<i>Enteromorpha compressa</i>					5-25	5-25		0-5	0-5
<i>Enteromorpha intestinalis</i>		75-100	50-75	75-100	75-100	75-100	5-25		
<i>Ulva spp.</i>	50-75		0-5						
Faune et substrat									
Anémones			0-5						
Balanes			0-5				25-50	5-25	5-25
Patelles							0-5	0-5	
Sable	5-25	5-25	5-25	50-75	50-75	50-75			
Eau	5-25							0-5	

Tableau 11 : recouvrement des espèces caractéristiques et opportunistes dans la ceinture à *Ascophyllum nodosum*
 - *Fucus vesiculosus*

Espèces caractéristiques	An1, 1	An1, 2	An1, 3	An2, 1	An2, 2	An2, 3	An3, 1	An3, 2	An3, 3
<i>Ascophyllum nodosum</i>	5-25			5-25	5-25	5-25			
<i>Blidingia minima</i>	0-5	0-5	5-25					5-25	
<i>Fucus spiralis</i>	5-25	0-5		0-5				0-5	0-5
<i>Gelidium pusillum</i>				0-5					
<i>Hildenbrendia rubra</i>	25-50	25-50	5-25	25-50	25-50	25-50	5-25	5-25	5-25
Espèces opportunistes									
<i>Enteromorpha intestinalis</i>			0-5				5-25		
<i>Ulva spp.</i>							0-5		
Faune et substrat									
Balanes	5-25	5-25	5-25	0-5	5-25	25-50	50-75	50-75	25-50
Moules	0-5								
Patelles	0-5	5-25	5-25	5-25	5-25		0-5	0-5	

Tableau 12 : recouvrement des espèces caractéristiques et opportunistes dans la ceinture à *Fucus serratus*-*Rhodophyceae*

Espèces caractéristiques	Fser1, 1	Fser1, 2	Fser1, 3	Fser2, 1	Fser2, 2	Fser2, 3	Fser3, 1	Fser3, 2	Fser3, 3
<i>Chaetomorpha aerea</i>	0-5								
<i>Chondrus crispus</i>	25-50	5-25	25-50	5-25	5-25	0-5	5-25	25-50	50-75
<i>Cladophora rupestris</i>	5-25	5-25	0-5	5-25	5-25	50-75	75-100	5-25	5-25
<i>Cladostephus spongiosus</i>					0-5				0-5
<i>Corallina elongata</i>									0-5
<i>Cystoclonium purpureum</i>	25-50				0-5				
<i>Fucus serratus</i>	5-25	5-25	0-5	0-5	0-5			50-75	5-25
<i>Gelidium pusillum</i>	25-50	5-25	25-50						
<i>Lithothamnion lenormandii</i>							0-5	0-5	5-25
<i>Lomentaria articulata</i>	0-5		0-5	5-25					
<i>Osmundea pinnatifida</i>	5-25	5-25	5-25	0-5	5-25	5-25			
<i>Palmaria palmata</i>		0-5							
<i>Rhodothamniella floridula</i>		5-25	0-5		0-5	5-25			
Espèces opportunistes									
<i>Ulva spp.</i>		25-50	0-5	5-25	5-25	25-50	0-5		
<i>Ceramium spp.</i>	25-50	5-25	5-25	0-5		5-25			
<i>Polysiphonia spp.</i>						5-25			
Faune et substrat									
Balanes								0-5	0-5
Moules				0-5					
Polydora			5-25	5-25	25-50				
Sable	25-50	25-50	25-50			50-75	5-25	5-25	5-25

Tableau 13 : recouvrement des espèces caractéristiques et opportunistes dans la ceinture à *Rhodophyceae*

Espèces caractéristiques	He1, 1	He1, 2	He1, 3	He2, 1	He2, 2	He2, 3	He3, 1	He3, 2	He3, 3
<i>Ahnfeltia plicata</i>							0-5		
<i>Cladostephus spongiosus</i>			0-5		0-5		0-5		
<i>Chaetomorpha melagonium</i>				0-5	5-25	0-5			
<i>Chondrus crispus</i>	25-50	0-5	0-5	25-50	5-25	5-25	5-25	25-50	5-25
<i>Cladophora rupestris</i>	0-5	0-5	0-5		0-5		0-5	0-5	0-5
<i>Cystoclonium purpureum</i>	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	25-50	25-50	25-50	25-50
<i>Fucus serratus</i>		0-5							
<i>Gracilaria gracilis</i>			0-5			0-5		0-5	0-5
<i>Halurus flosculosus</i>			0-5	0-5	0-5				
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5
<i>Lomentaria articulata</i>	0-5								
<i>Osmundea pinnatifida</i>					0-5		0-5		
<i>Palmaria palmata</i>						0-5		0-5	
<i>Plocamium cartilagineum</i>							5-25	25-50	
<i>Rhodothamniella floridula</i>	5-25	25-50	0-5	50-75	5-25	5-25	5-25	0-5	0-5
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>						0-5			
<i>Saccharina latissima</i>								0-5	
Espèces opportunistes									
<i>Ulva spp.</i>	0-5	0-5	5-25	0-5	0-5	5-25	5-25	0-5	0-5
<i>Ceramium spp.</i>	50-75	25-50	50-75	5-25	5-25		0-5	5-25	25-50
<i>Polysiphonia spp.</i> (sauf <i>lanosa</i> / <i>elongata</i>)		0-5	0-5						
Faune et substrat									
Eau						5-25	25-50		
Moules	0-5								
Polydora	5-25				5-25	5-25		5-25	
Sable	5-25	25-50	25-50	25-50	25-50	25-50	25-50	25-50	5-25

Tableau 14 : recouvrement des espèces caractéristiques et opportunistes dans la ceinture à *Laminaria digitata* (ou Laminariales)

Espèces caractéristiques	Ld1, 1	Ld1, 2	Ld1, 3	Ld2, 1	Ld2, 2	Ld2, 3	Ld3, 1	Ld3, 2	Ld3, 3
<i>Ahnfeltia plicata</i>				0-5					
<i>Chaetomorpha melagonium</i>					0-5	0-5	0-5	0-5	
<i>Chondrus crispus</i>	25-50	25-50	25-50	5-25	75-100	50-75	25-50	5-25	5-25
<i>Cladophora rupestris</i>		0-5			0-5				
<i>Cystoclonium purpureum</i>	5-25	5-25	5-25	0-5	0-5		5-25	25-50	25-50
<i>ErythroGLOSSUM laciniatum</i>	0-5	0-5							0-5
<i>Gracilaria gracilis</i>		0-5	0-5	5-25					
<i>Halurus flosculosus</i>						0-5			
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	0-5	5-25					0-5		
<i>Osmundea pinnatifida</i>				0-5				0-5	5-25
<i>Palmaria palmata</i>								0-5	0-5
<i>Plocamium cartilagineum</i>			0-5	25-50	0-5				
<i>Rhodothamniella floridula</i>		25-50	25-50				5-25		
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5
<i>Saccharina latissima</i>	0-5	0-5	5-25	0-5	0-5		0-5	0-5	
Espèces opportunistes									
<i>Ulva spp.</i>	5-25	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	5-25	0-5
<i>Ceramium spp.</i>	0-5		0-5	5-25	5-25	5-25	0-5	5-25	5-25
<i>Polysiphonia spp.</i>				0-5					0-5
Faune et substrat									
Balanes	5-25	5-25	5-25	5-25	5-25			5-25	
Moules	5-25		25-50						
Polydora							25-50		
Sable	5-25	25-50	5-25	25-50	5-25	5-25	25-50	5-25	5-25

3.4- Conclusion

Le calcul de l'indicateur « macroalgues intertidales » permet d'aboutir aux valeurs de sous-indices suivantes :

- Sous-indice 1 (recouvrement) : 34,29/40 points ;
- Sous-indice 2 (espèces caractéristiques) : 13/30 points ;
- Sous-indice 3 (espèces opportunistes) : 17/30 points.

Le total obtenu est de 64,29 points, ce qui place le site en bon état. En 2008, ce site avait obtenu une note de 65.43 point (35,43+10+20). Ces valeurs traduisent une bonne stabilité du site.

Références citées

Bald J., Borja A., Muxika I., Franco J. & Valencia, V., 2005. Assessing reference conditions and physico-chemical status according to the European Water Framework Directive: A case-study from the Basque Country (Northern Spain). *Marine Pollution Bulletin* 50(12): 1508-1522.

Frontier, S. & Pichod-Viale, D., 1991 - Ecosystèmes : structure, fonctionnement, évolution. Ed. Masson, Paris, 392 pp.

Guérin L, Le Mao P & Desroy N, 2007. Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) : état des lieux et propositions. Rapport Ifremer LER FBN 2007-002, 79 p + annexes.

Guillaumont B. & Gauthier E. 2005. Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE. Rapport Ifremer Dyneco 2005-0511, 28p + annexes.

Hily, C. (1984). Variabilité de la macrofaune benthique dans les milieux hypertrophiques de la Rade de Brest. *Thèse de Doctorat d'Etat*, Université de Bretagne Occidentale, Brest.

Annexe 1

Exemple de fiches de métadonnées

Métadonnées Station	
Code station	DCE CAL (SSMF17)
Code masse d'eau DCE	AT03M
Longitude (datum, système)	1°50' 654E (ED50) moyenne
Latitude (datum, système)	50°58' 210 N (ED50) moyenne
(Subtidal : Profondeur carte SHOM et référence de la carte utilisée)	+/- 4 m carte 6651
(Typologie habitat : EUNIS, Corine Biotope, ZNIEFF-Mer...)	
Observations (conditions hydrodynamiques, météo, accessibilité...)	Bonne conditions météo, mer calme, ciel dégagé
Métadonnées Prélèvement	
Code station	DCE CAL
Code prélèvement (station-paramètre-réplikat)	DCE CAL 3
Paramètre (invertébrés/granulo/m.o. ; intertidal/subtidal)	Invertébrés, granulo et MO, subtidal
Date (jour/mois/année) prélevée	28/06/2011
(Heure/Minute du prélèvement)	15h02 TU
(Subtidal : Profondeur corrigée observée)	5,1 m
Noms/coordonnées des personnes effectuant le prélèvement	Jean Marie Dewarumez, Station Marine de Wimereux
Engin (type de benne, carottier) / Méthode	Van Veen
Maille (taille = 1 mm, forme : carrée/ronde)	1 mm ronde
Surface/profondeur (ou volume) prélevés	14 à 15 l selon les réplikat
Numéro/Nombre total du réplikat	5 réplikat
Observations (échantillon conservé ou non, sédiment observé, espèces remarquables, ...)	vase portuaire pure, pas de débris coquilliers. Richesse spécifique faible, <i>Abra alba</i>



Annexe 2

Coordonnées des stations échantillonnées

- Invertébrés benthiques :

Site d'appui

ME	Localité	Point	LondDMd	LatDMd
AT03M	Calais	SSMF17	001°50,670'E	50°58,20'N
AT03M	Calais	SSMFbis	001°50,200'E	50°58,200'N

Eaux de transition

ME	Localité	Point	LondDMd	LatDMd
AT01	LeCrotoy	SIMF16	001°28,029'N	54°56,08'E
AT01	Cayeux	SIMF17	001°28,429'N	54°60,08'E
AT01	St Valery	3_25	001°28,429'N	54°88,08'E
AT01	LeCrotoy	5_18	001°28,229'N	54°80,08'E
AT03	Calais	CALPORext	001°50,588'E	50°58,36'N
AT03	Calais	CALPORint	001°51,256'E	50°58,14'N

- Macroalgues :

Macroalgues

ME	Localité	Point	LondDMd	LatDMd
AC03	Audresselles	SIDB14	001°35,180'E	50°49,90'N

Annexe 3

Données brutes (abondances exprimées par 0,1m²)

Site d'appui

	SSMF17	SSMF17 bis
<i>Arenicola marina</i>	0,4	0
<i>Lanice conchilega</i>	0,2	0
<i>Abra alba</i>	7,2	9,4
<i>Polybius holsatus</i>	0,4	0,4
<i>Sagartia troglodytes</i>	0,2	0,2
<i>Nephtys hombergii</i>	0,2	0,6
<i>Schistomysis kervillei</i>	0,2	0
<i>Crangon crangon</i>	0,6	0,4
<i>Ophiura ophiura</i>	0	0,2
<i>Carcinus maenas</i>	0	0,2

Contrôle de surveillance

	SIMF16	SIMF17	3_25	5_18	DCE CALPOREXT	DCE CALPORINT
<i>Abra alba</i>	0	0,0	0	0	3	16
<i>Arenicola marina</i>	4,6	0	0	3,08	1	0
<i>Asterias rubens</i>	0	0,0	0	0	1	0
<i>Barnea candida</i>	0	0	0	0	1	11
<i>Bathyporeia elegans</i>	0,0	10,8	1,15	0	0	0
<i>Bathyporeia pilosa</i>	0,0	232,3	113	1,92	0	0
<i>Capitella</i>	10,8	0,0	0	111	0	0
<i>Capitella capitata</i>	0,0	0,0	0	0	3	9
<i>Carcinus maenas</i>	2,3	0,8	0	0	0	0
<i>Cerastoderma edule</i>	131,5	2,3	0	4,23	0	0
<i>Cirratulus cirratus</i>	0,0	0,0	0	0	1	0
<i>Corophium arenarium</i>	1,2	0,0	0	8,85	0	0
<i>Corophium volutator</i>	0,0	0,0	0,38	4,23	0	0
<i>Crangon crangon</i>	0,0	0,0	0	1,54	0	0
<i>Diastylis rathkei</i>	0,0	0,0	0	0	0	1
<i>Ensis directus</i>	0,0	0,0	0	0	1,5	12
<i>Eteone longa</i>	49,6	0,0	0,77	29,6	3	1
<i>Eunereis longissima</i>	0,0	0,0	0	0	2	1
<i>Eurydice pulchra</i>	0,0	35,0	0,38	0	0	0
<i>Glycera convoluta</i>	0,0	0,0	0	1,15	0	0
<i>Harmothoe glabra</i>	0,0	0,0	0	0	1	0
<i>Haustorius arenarius</i>	0,0	0,4	0	0	0	0
<i>Hediste diversicolor</i>	104,2	0,0	0	28,1	0	0
<i>Heteromastus filiformis</i>	3,8	0,0	0	0	0	0
<i>Hydrobia ulvae</i>	5250,4	2,7	0	1,92	0	0
<i>Lanice conchilega</i>	0,0	0,0	0	0	2,3	1
<i>Leucothoe incisa</i>	0,0	0,0	0	0	3	0
<i>Liocarcinus arcuatus</i>	0,0	0,0	0	0	0	5
<i>Lumbrineris tetraura</i>	0,0	0,0	0	0	1	0
<i>Macoma balthica</i>	121,5	3,8	0	30,8	0	0
<i>Nephtys hombergii</i>	0,0	0,0	0	0,38	0	1
<i>Oligochaeta</i>	170,4	0,4	0	0,38	0	0
<i>Ophiura albida</i>	0,0	0,0	0	0	1	1
<i>Phyllodoce mucosa</i>	0,4	0,0	0	0,38	4,5	6,3
<i>Pseudopolydora pulchra</i>	0,0	0,0	0	0	0	1
<i>Pygospio elegans</i>	228,5	0,0	3,85	3,85	0	0
<i>Sagartia troglodytes</i>	0,0	0,0	0	0	0	1
<i>Scolecopsis squamata</i>	0,0	1,5	0	0	0	0
<i>Scoloplos armiger</i>	3,8	0,0	0	0	0	0
<i>Scrobicularia plana</i>	15,4	0,0	0	0	0	0
<i>Spio martinensis</i>	0,0	0,0	0	0	7	1,5
<i>Spiophanes bombyx</i>	0,0	0,0	0	0	0	1
<i>Tubificoides benedii</i>	796,2	0,0	0	0,77	0	0
<i>Tubulanus polymorphus</i>	0,0	0,0	0	0	0	1